

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 63248954
PUBLICATION DATE : 17-10-88

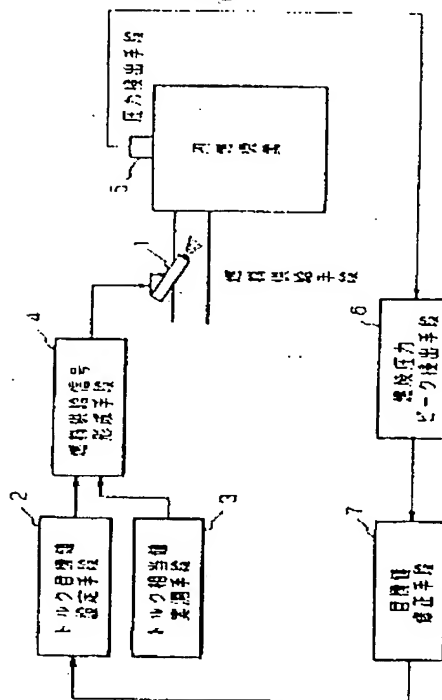
APPLICATION DATE : 03-04-87
APPLICATION NUMBER : 62081236

APPLICANT : TOYOTA MOTOR CORP;

INVENTOR : MATSUSHITA SOICHI;

INT.CL. : F02D 41/14

TITLE : AIR-FUEL RATIO CONTROL DEVICE
FOR INTERNAL COMBUSTION
ENGINE



ABSTRACT : PURPOSE: To enable an optimum quantity of fuel to be supplied even at the time of transient, by calculating fuel supply quantity by the comparison of the target torque equivalent value and the actually measured torque equivalent value, and further by correcting the target value of the torque equivalent value in accordance with the peak position of combustion pressure.

CONSTITUTION: In an internal combustion engine equipped with a fuel supply means 1 such as an injector or the like, a setting means 2 which sets the target value of torque equivalent value so as to be ideal for the relevant internal combustion engine is provided. And an actually measuring means 3 for detecting the actual torque equivalent value generated from the internal combustion engine is provided. The output signals from these means 2, 3 are input into a fuel supply signal forming means 4 respectively, where fuel supply quantity is calculated by comparing the measured torque equivalent value with the target torque equivalent value to form a fuel supply signal. Further, a detecting means 6 which detects the peak position of combustion pressure detected by a pressure detecting means 5 is provided, and the target value of torque equivalent value is corrected by a correcting means 7 in accordance with the peak position of the combustion pressure.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-248954

⑤ Int.Cl.⁴
F 02 D 41/14

識別記号
3 1 0

庁内整理番号
M-7813-3G

④ 公開 昭和63年(1988)10月17日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全10頁)

⑬ 発明の名称 内燃機関の空燃比制御装置

⑭ 特 願 昭62-81236

⑮ 出 願 昭62(1987)4月3日

⑯ 発 明 者 滝 本 敏 幸 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑰ 発 明 者 松 下 宗 一 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑱ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
⑲ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外5名

明 細 書

1. 発明の名称

内燃機関の空燃比制御装置

2. 特許請求の範囲

以下の構成要素よりなる内燃機関の空燃比制御装置、

内燃機関に所望の量の燃料を供給するための燃料供給手段、

その内燃機関にとって理想的なトルク相当値の目標値の設定のための手段、

内燃機関から現実発生するトルク相当値の実測手段、

目標トルク相当値と実測トルク相当値との比較によって燃料供給量を算出し、燃料供給手段への燃料供給信号を形成する手段、

内燃機関の燃焼室に設置され燃焼圧力を検出する手段、

燃焼圧力のピーク位置の検出手段、

トルク目標値設定手段が設定する目標値を燃焼圧力のピーク位置に応じて修正する手段。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は内燃機関から発生するトルクの理想値(目標値)と実測値との比較により燃料噴射量を算出し、空燃比を制御するシステムに関する。

(従来技術)

電子制御燃料噴射内燃機関では吸入空気量をエアフローメータ等により検出し、この検出された吸入空気量に応じて燃料噴射量を所定空燃比となるようにフィードバック制御することが行われる。そして、機関の過渡的な運転時には空燃比フィードバック系の作動遅れにより、最適な量の燃料を供給することが困難となるので、負荷及び回転数により決まる基本的な燃料噴射量に補正を加えた後インジェクタより噴射せしめている。

ところが燃料噴射量を単に補正するだけでは内燃機関が要求する理想的な燃料噴射量を得ることが困難である。その結果、補正が足りなくて加速性能が十分でなかったり、補正が過剰になって燃

料消費率が悪化したり又は排気ガス中のHC又はCO成分の排出量が増加したりする問題点がある。

そこで、特開昭60-249647号ではエンジンの現実のトルクを検出し、この実測トルクがそのエンジンの運転状態によって決まる理想的なトルクに一致するように燃料供給量を増減制御するシステムを提案している。この場合、理想トルク値は定常運転時における理想空燃比かつ理想点火時期(MBT進角)でのトルク値とするのが一般的である。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ところが、加速運転等のエンジンの過渡的な運転時を考えると、点火時期等の制御遅れ、或いは意図的になまし処理(ハンチング等を防ぐため計算上の点火時期の値より鈍化させた値を実際の点火時期の制御のため使用する。)を行っている等の理由によりたとえ理想空燃比に制御されていたとしても、実際にエンジンにより得られるトルクの値は理想値より低下する。一方燃料噴射量は理

想トルク値によって決まる値に設定されるため、目標値として過大となり、これは燃料噴射量からみると過大となることを意味し、燃料消費率の悪化及び排気ガスのエミッションの悪化の原因となる。

この発明は点火時期の制御遅れやなまし処理にかかわらず空燃比を理想値に制御することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

第1図において、この発明の内燃機関の空燃比制御装置は内燃機関に所望の量の燃料を供給するための燃料供給手段1と、その内燃機関にとって理想的なトルク相当値の目標値の設定のための手段2と、内燃機関から現実には発生するトルク相当値の実測手段3と、目標トルク相当値と実測トルク相当値との比較によって燃料供給量を算出し、燃料供給手段1への燃料供給信号を形成する手段4と、内燃機関の燃焼室に設置され、燃焼圧力を検出するための手段5と、燃焼圧力のピーク位置

の検出手段6と、トルク目標値設定手段2が設定する目標値を燃焼圧力のピーク位置に応じて修正する手段7とから構成される。

〔実施例〕

第2図において、10はシリンダブロック、12はピストン、14はコネクティングロッド、16はクランク軸、18はシリンダヘッド、20は燃焼室、22は吸気弁、24は吸気ポート、26は排気弁、28は排気ポート、30は吸気管、32はスロットル弁、34はエアフローメータである。燃料インジェクタ36は吸気ポート24に近い吸気管30に設置される。圧電型等の圧力センサ38がシリンダヘッド18に取付られ、シリンダボア内の圧力を知ることができる。筒内圧力センサ38は検出した筒内圧力より周知の手法で機関が発生するトルクに相当する値を知るため設けられる。クランク角センサ40、42はクランク軸16に連結されるディストリビュータの分配軸(図示しない)等のクランク軸16と連動し

て回転する回転軸44の回転に応じたパルス信号を発生するため設けられる。第1のクランク角センサ40は、基準位置確認用であってエンジンの一サイクルに相当するクランク角度、即ち720°CA毎のパルス信号を発生する。一方、第2のクランク角センサ42は、例えばクランク角度で1°毎のパルス信号を発生し、燃料噴射や筒内圧力によるトルク相当値としての図示トルクの算出を実行するための割り込み処理の開始信号となり、またそのパルス間隔により機関回転数NEを知ることができる。

制御回路50はマイクロコンピュータ・システムとして構成され、この発明による空燃比制御を実行するためのものである。制御回路50はマイクロプロセッシングユニット(MPU)52と、メモリ54と、入力ポート56と、出力ポート58と、これらを接続するバス60とを基本的な構成要素とするものである。入力ポート56は各センサに接続され、運転条件信号が入力される。即ち、エアフローメータ34からは吸入空気量Qに

じた信号が入力される。圧力センサ38からは筒内圧力に応じた信号が入力される。またクランク角センサ40、42よりクランク角度に応じたパルス信号が入力される。MPU52はメモリ54に格納されるプログラム及びデータに従って演算を実行し、燃料噴射信号が形成される。出力ポート58は燃料インジェクタ36に接続され、燃料噴射信号が印加される。

この発明の実施例における空燃比制御は次の事実に基づき置くものである。即ち、点火時期が最適点火時期(MBT)に制御されている場合、吸入空気量とエンジンが発生する実際のトルクとは理想的な空燃比範囲、例えば12~14.6、に制御されているときは一定の比例関係を持つ(第3図の実線m参照)。ここに、MBTとは機関から発生するトルクを最大にする点火時期のことで、MBTを得るため通常の電子進角装置では点火時期のテーブルはMBTを得るように設定され、もっと巧みなシステムでは筒内圧力より燃焼圧力を知り、これを点火時期にフィードバックする技術、

その他の方法が提案されている。そして、空燃比が理想的範囲から外れて第3図の破線のように $A/F = 1.6$ 又は 1.8 のようになぜかすると吸入空気量とトルクとの線型関係は理想状態($A/F = 1.2 \sim 14.6$)とは異なって来る。これは、或る吸入空気量に対して第3図の実線m上に乗るトルク値を目標値としたとき、この目標値となるように実トルク値を制御すれば、空燃比は理想的な空燃比範囲に制御されることを意味する。

第3図の直線mは点火時期がMBT進角値に制御されており、且つ適正な空燃比範囲(12~14.6)では実トルク-吸入空気量比は或る一定値であることを意味する。ところが、過渡運転を想定すると点火時期はMBT進角から外れてくるため、標準的な状態で設定されたトルクの目標値が最適ではなくなってくる。第4図においてMBT進角からの+、-のずれ量に対する実トルクとしての図示トルクの低下率(%)の関係を吸入空気量 G_a が大きいとき(実線)と小さいとき(破線)とで表したものである。図から明白のように

点火時期がMBTから外れるに従ってトルクの低下率は大きくなる。そして、点火時期がMBT進角から外れると燃焼圧力がピークを呈するクランク角度はMBT進角で点火したときの燃焼圧力がピークを呈するクランク角度(これは、そのエンジンにとっては運転状態に係わらず一定であると考えてよい。)からずれ($\Delta\theta$)が出てくる。第6図において実線がMBT進角①で点火したときの筒内圧力特性、破線がMBTから $\delta\theta$ だけずれた点火時期②で点火したときの筒内圧力特性であり燃焼圧力のピークを呈する角度は $\Delta\theta$ のずれが出てくる。そして、このずれ角度 $\Delta\theta$ は吸入空気の大(実線)、小(破線)に係わらず、第5図のようにMBT進角からの点火時期のずれ角度 $\delta\theta$ に対して直線的な関係を持っている。逆にいえば、燃焼圧ピークを呈するクランク角度のMBT進角で点火したときの燃焼圧ピークを呈するクランク角度からの差 $\Delta\theta$ を知ればそのときのエンジンの発生すべきトルク、即ち制御目標値の必要な修正値を知ることができるのである。この発明では、

通常の状態ですべて試験により定められる制御トルクの目標値を $\Delta\theta$ に応じて補正することにより、過渡的に点火時期がMBT進角よりずれたとしても、常に最適な制御目標値が得られるようにしているのである。

以上説明したこの発明の制御動作を行う制御回路50の動作を第7図から第11図のフローチャートによって説明する。第7図は燃料噴射ルーチンを示し、周知の通り、燃料噴射開始時期は吸気行程の開始付近の所定のクランク角度に設定され、燃料噴射開始時期に先立って演算が完了するようにこのタイミングは第1クランク角センサ40からの720°CAパルス信号を基準に第2クランク角センサ42の1°CAパルスの数を計測することにより知ることができるステップ62に進み、基本燃料噴射量 T_p が、

$$T_p = k \times G_a(i)$$

によって算出される。 k は定数であり、 G_a は後述のようにエアフローメータ34による吸入空気量 Q をエンジン回転数で補正した後の実吸入空

気量を示し、ここに添字 i は気筒番号を示す。ステップ 64 では最終噴射量 TAU が、

$$TAU = TP + \tau_0 + \tau_1$$

によって算出される。ここに τ_0 は目標トルクと実トルクとの差に応じた補正量、 τ_1 はトルク変動に応じた補正量を夫々示す。ステップ 66 では算出された TAU に応じた時間だけ燃料噴射が実行されるようにその気筒のインジェクタ 36 に燃料噴射信号が供給される。この燃料噴射信号の形成の仕方自体は周知であるので、その説明は省略する。

第 8 図は吸気弁の閉鎖時毎に実行され、エアフローメータ 34 の計測値 Q よりエンジン回転数当たりの実吸入空気量 G_a の算出処理を示す。ステップ 70 ではエアフローメータ 34 の計測値 Q がその気筒 i のエアフローメータの計測値を入れるアドレス $Q(i)$ に入れられる。ステップ 72 ではシリンダボアに入る実吸入空気量で G_a が

$$G_a(i) = (Q(i)/NE) \times (1000/60) \times f$$

によって算出される。エンジン回転数 NE は第 2 ク

ランク角センサ 42 からの 1° C A 信号の時間間隔により周知のように知ることができる。また f は密度補正係数であり、周知のように吸入空気温度などの温度因子に応じて決定される。実吸入空気量を検出するため、上記のように吸気弁閉鎖時におけるエアフローメータ計測値と機関回転数とを計測する代わりに、ピストン 12 の吸気下死点における圧力センサ 38 により計測される筒内圧力と圧縮行程中の点火手前の所定クランク角度での筒内圧力との差 (第 12 図の ΔP) が実吸入空気量と相関があるので (第 13 図)、これにより算出することができる。この原理による吸入空気量の測定については特開昭 59-221433 号参照。

第 9 図は所定のクランク角度毎 (例えば 1° C A 毎) に実行され、筒内圧力よりピストン 12 に加わる平均有効圧力を算出し、これによりトルク相当値である図示トルクを算出する処理を示す。ステップ 74 ではその気筒の圧縮行程の判別を行う。ステップ 76 では図示トルク T_i の算出処理が実行される。この方法は例えば特開昭 60-104754

号や特開昭 60-150446 号に開示されている通り、燃焼期間 (例えば圧縮行程下死点から膨脹行程下死点の間の 360° C A のクランク角度範囲) における複数の点で筒内圧力を検出しピストンに加わる平均有効圧力を算出することに基づき置くものである。即ち、燃焼期間での筒内圧力は第 12 図の実線のように変化し、圧縮上死点後の或る角度でピークを呈する。一方、破線はモーターリングでの筒内圧力変化を示す。ピストン 12 の有効仕事は図の斜線で表され、ステップ 76 ではこれを算出することになる。

第 10 図は燃料噴射量の補正処理を示す。この処理では膨脹行程の下死点 (即ち圧縮上死点後 180° C A のタイミング) において実行される。膨脹行程の下死点は第 9 図のステップ 74、76 の説明において述べたようにその気筒 i の図示トルク $T_i(i)$ の計測が完了したタイミングに相当する。ステップ 80 では、図示トルクの、実吸入空気量に対する比が

$$T/G(i) = T_i(i)/G_a(i)$$

によって算出される。次のステップ 82 ではトルクサイクル間変動因子 $\Delta T/G(i)$ が今回の図示トルク - 実吸入空気量比 $T/G(i)$ と前回このルーチンを実行したとき得られた図示トルク - 実吸入空気量比 $T/G(i)'$ との差として算出される。ステップ 84 では図示トルク - 実吸入空気量比 $T/G(i)$ が目標値 TG より小さいか否かを判別される。ここに TG はその実吸入空気量 G_a のときの第 3 図の実線 m に乗る図示トルクの値、即ち目標トルクである。空燃比が $12 \sim 14.6$ の範囲に維持されているときは NO と判定され、ステップ 84 よりステップ 86 に進み、ステップ 64 において使用される燃料増量 $\tau_0 = 0$ に固定され、トルクによる燃料増量は行われない。一方、空燃比が理想範囲から希薄側に外れると $T/G(i) < TG$ となり、ステップ 84 よりステップ 88 に流れ、燃料増量 τ_0 が

$$\tau_0 = (\tau_0' + (TG - T/G(i)) \times \alpha) / 2$$

によって算出される。 α は定数である。ここに τ_0' は前回このルーチンを実行したときの補正量の値であり、前回の τ_0' と今回の τ_0 との平

均によりなまし処理を行うものである。

ステップ90～94は、トルク変動による燃料噴射量の補正量の算出処理を示している。即ち、ステップ80～88の処理によって実トルクが目標トルクに一致するように制御され、その結果少なくとも新品のエンジンでは空燃比は設定範囲に入る筈である。ところが、怪時的な変化や固休間偏差を考えると吸入空気量が同じでもエンジントルクは低下する。そのときは、新品のエンジンのときのままの燃料噴射量では過大である。そこで、実トルク－吸入空気量比のサイクル間変動 $\Delta T/G(i)$ を検出し、その変動の大小に応じて燃料噴射量が過小であるか過大であるか判別し燃料噴射量を制御しようとするものである。実トルク－吸入空気量比のサイクル間変動により燃料噴射量を制御するこの考え方はこの出願人による特願昭62-8124号と同様である。ステップ90ではステップ82で算出されたトルク変動 $\Delta T/G(i)$ が所定値 ΔT_G より大きいかな否か判別される。トルク変動 $\Delta T/G(i) > \Delta T_G$ のときはステップ92に進み、補正量

τ 、が β だけインクリメントされる。トルク変動 $\Delta T/G(i) \leq \Delta T_G$ のときはステップ94に進み、補正量 τ 、が α だけデクリメントされる。ステップ96では次回の処理のため τ 、が τ 、'に入れられ、 τ 、が τ 、'に入れられる。ステップ98では τ 、+ τ 、'にガードがかけられ最大値を超えないようにされる。

第11図は所定クランク角度毎(例えば 1° C A 毎)に実行され、この発明に従って燃焼圧力のピークに応じて目標トルク T_G の修正を行うルーチンを示す。ステップ110では第1クランク角度センサ40からの 720° C A 毎の信号がONかな否か判別される。ONのときはステップ112に進み、クランク角度カウンタCLがクリアされ、OFFのときはステップ114に進みクランク角度カウンタCLがインクリメントされる。カウンタCLの値によりエンジン位置サイクル(720° C A)において今どのクランク角度位置にあるかを把握することができる。第14図(イ)参照。ステップ116では圧力センサ38からの燃焼圧

力のA/D変換処理が実行される。ステップ118では現在の燃焼圧力Pが、燃焼圧力の最大値 P_{max} を格納するメモリ54のアドレスの現在値より大きいかな否かを判別される。Yesのときはステップ120に進み、 P_{max} がPの現在値によって更新され、ステップ122に進み、クランク角度カウンタCLの現在値が燃焼圧力のピークを呈するクランク角度の値 θ_{max} を格納するメモリのアドレスに転送される。ステップ118からステップ122の処理により燃焼圧力のピーク値を知ることができる。ステップ124では圧縮上死点TDC後 180° C Aのクランク角度かな否かが判別され、Yesのときはステップ126に進み、その気筒の燃焼圧力のピークと呈するクランク角度 θ_{max} とその気筒の圧縮上死点でのクランク角度カウンタCLの計測値との差 θ_{max} が算出される。ステップ128では P_{max} がクリアされる。

第14図は以上のステップ110から128の処理がどのように行われるかを説明するタイミング図である。(ロ)～(ホ)は点火順序に従って

各気筒の燃焼圧力がどのように変化するか示している。燃焼圧力のピークは夫々の圧縮上死点後の或る角度で出現される。クランク角度カウンタの値CLは(イ)のように変化し、各気筒において θ_{max} の値が燃焼圧力のピークを呈するクランク角度カウンタの値となる。 θ_{max} のクランク角度で得られる燃焼圧力のピークは P_{max} に保持され、その気筒の圧縮上死点後 180° の時点において、その気筒における圧縮上死点と燃焼圧力ピーク時点との間の、クランク角度カウンタ値として計測した角度 θ_{max} が計測され、その後 P_{max} がリセットされる。

第11図のステップ130から134は燃焼圧力が現実にピークを呈するときのクランク角度と、MBT進角で点火したとしたときの燃焼圧力がピークを呈する固定のクランク角度とのずれ角度 $\Delta\theta$ (第6図参照)に応じたトルク目標値の補正処理を示す。この処理は θ_{max} の更新毎に行われる。ステップ130では、MBT進角で点火したとしたときの燃焼圧力がピークを呈する固定のク

ランク角度 θ_{MBT} (例えば 18°CA 位の値である。) と θ_{max} との差 $\Delta\theta$ が算出される。ステップ 132 ではトルク目標値の補正係数 $f_{\theta_{max}}$ の算出が行われる。点火時期が MBT 進角からずれたことに原因する図示トルクの低下は基本的には燃焼圧力のずれ角度 $\Delta\theta$ で基本的には把握できるが、第4図、第5図で示すように吸入空気量 G_a の影響を受ける。従って、点火時期が MBT 進角から外れたことによるトルク目標値の補正は $\Delta\theta$ と吸入空気量 G_a との双方によって行う必要がある。メモリには G_a の値と $\Delta\theta$ の値との多数の組合せに対してトルク目標値の補正係数 $f_{\theta_{max}}$ のデータを格納した以下のようなテーブルが備えられ、補間等の周知の手法により $f_{\theta_{max}}$ の算出が実行されるのである。

以下余白

$G_a(\text{g/rev}) \backslash \Delta\theta (^\circ \text{CA})$	0.2	...	1.4
-6°	0.945	...	0.975
-4°	0.970	...	0.985
-2°	0.990	...	0.995
0°	1.000	...	1.000
$+2^\circ$	0.990	...	0.995

ステップ 134 では本来の目標値 T_G に補正係数 $f_{\theta_{max}}$ を掛算したものがトルク目標値 T_G とされ、これが燃料噴射量の算出に使用されるトルク目標値となる。第10図のステップ 84 参照。

〔発明の効果〕

この発明によれば、実際のトルク相当値と目標値との差に応じて燃料噴射量を制御するシステムにおいて、そのトルク目標値を、MBT 進角に対する現実の点火時期のずれ $\Delta\theta$ に応じて制御することにより、加速のような過渡的な運転時におい

ても最適な燃料噴射量を得ることができ、運転性、排気ガスのエミッションの最適化を図ることができる。

また、加速時のショックの解消を図る目的で点火時期を MBT 進角から意図的に遅らせているものが提案されているが、このようなシステムにおいて燃料噴射量に対する悪影響を防止することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の構成を示す図。

第2図はこの発明の実施例の構成を示す図。

第3図は吸入空気量とトルクとの関係を示すグラフ。

第4図は MBT 進角に対する現実の点火時期のずれに対する実トルク (図示トルク) の低下率の関係を示すグラフ。

第5図は MBT 進角に対する現実の点火時期のずれに対する、MBT 進角で点火したときの燃焼圧力のピーク時のクランク角度と現実の燃焼圧力のピークのクランク角度との間のずれ角度の関係

を示すグラフ。

第6図は点火進角が MBT から外れたとき燃焼圧力のピークがどのようにずれるかを説明するためのグラフ。

第7図から第11図は制御回路の作動を説明するフローチャート図。

第12図は圧縮-膨脹行程におけるクランク角度と筒内圧力との関係を示すグラフ。

第13図は吸入空気量と圧力差 ΔP との関係を示すグラフ。

第14図はこの発明における最大燃焼圧力のサンプリングの仕方を説明するタイミング図。

12・・・ピストン

16・・・クランク軸

20・・・燃焼室

30・・・吸気管

34・・・エアフローメータ

36・・・燃料インジェクタ

38・・・筒内圧力センサ

40, 42... クランク角センサ

50... 制御回路

特許出願人

トヨタ自動車株式会社

特許出願代理人

弁理士 青 木 朗

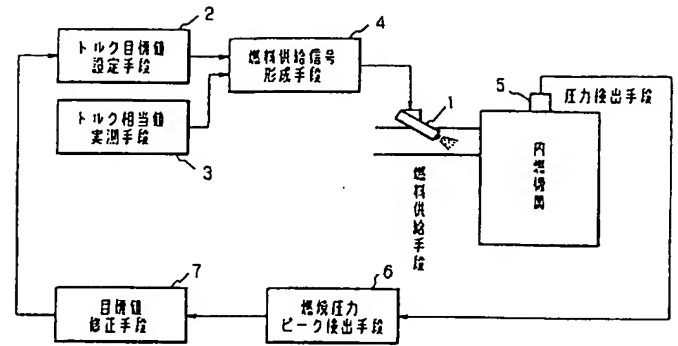
弁理士 西 舘 和 之

弁理士 石 田 敬

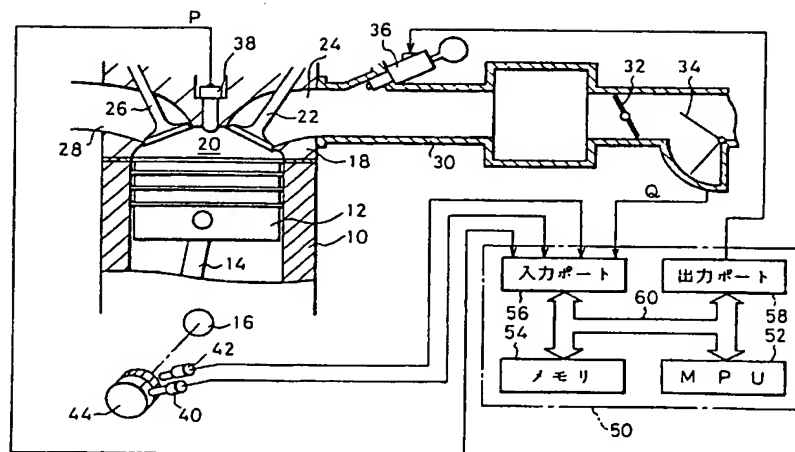
弁理士 三 井 孝 夫

弁理士 山 口 昭 之

弁理士 西 山 雅 也

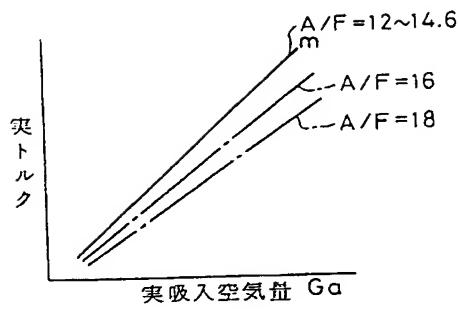


第 1 図

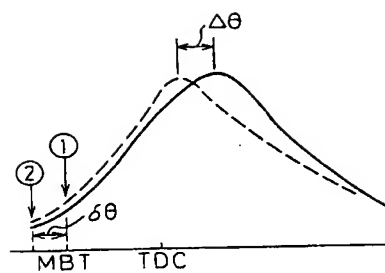
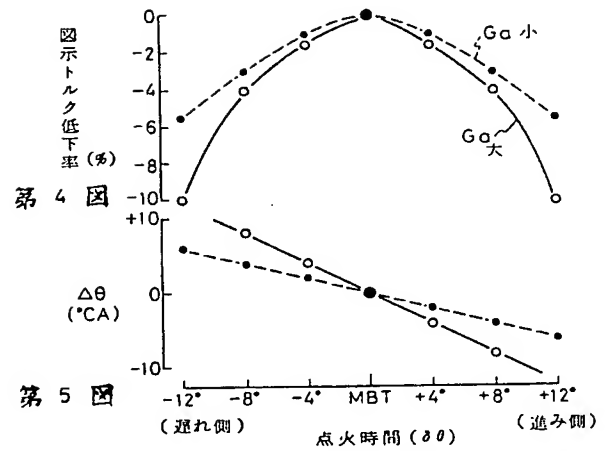


第 2 図

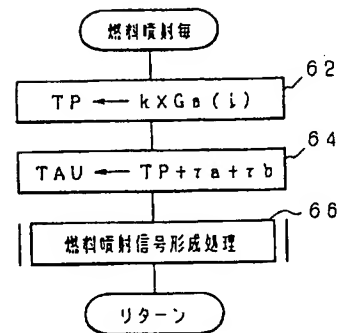
- 12... ピストン
- 16... クランク軸
- 20... 燃 焼 室
- 30... 吸 気 管
- 34... エアフローメータ
- 36... インジェクタ
- 38... 筒内圧力センサ
- 40, 42... クランク角センサ
- 50... 制御回路



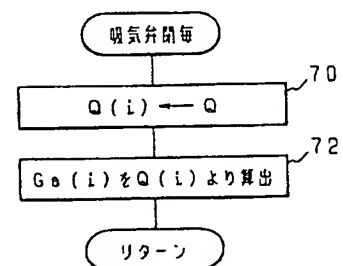
第 3 図



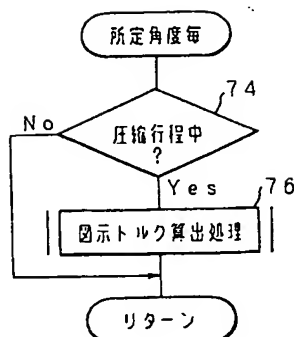
第 6 図



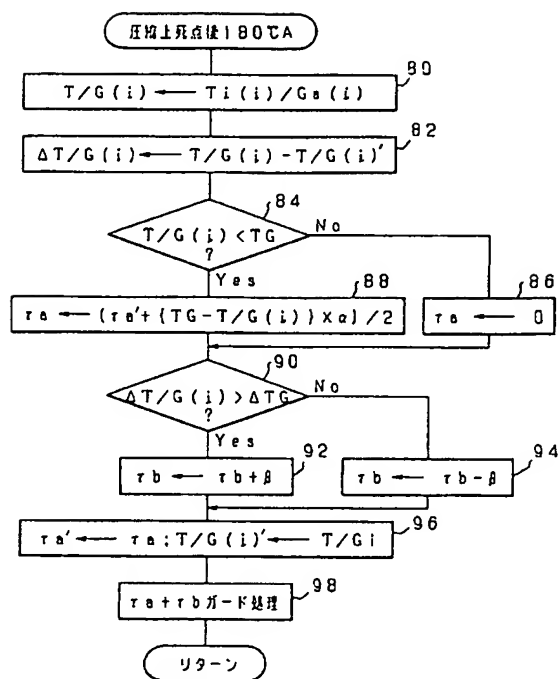
第 7 図



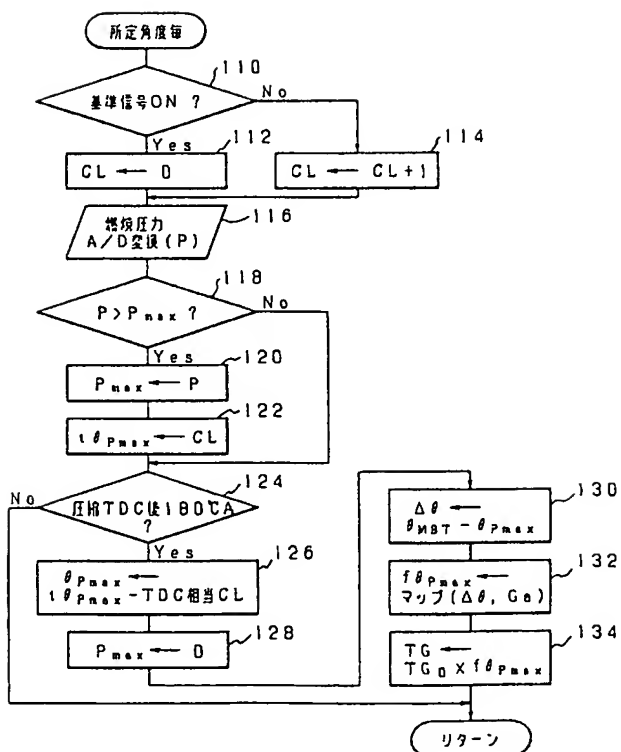
第 8 図



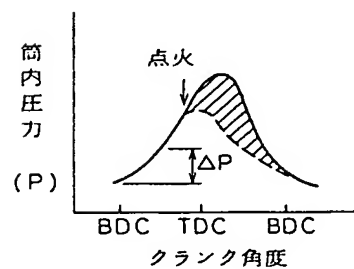
第9図



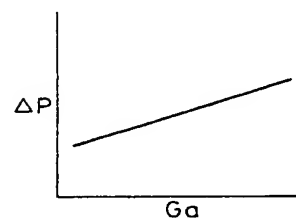
第10図



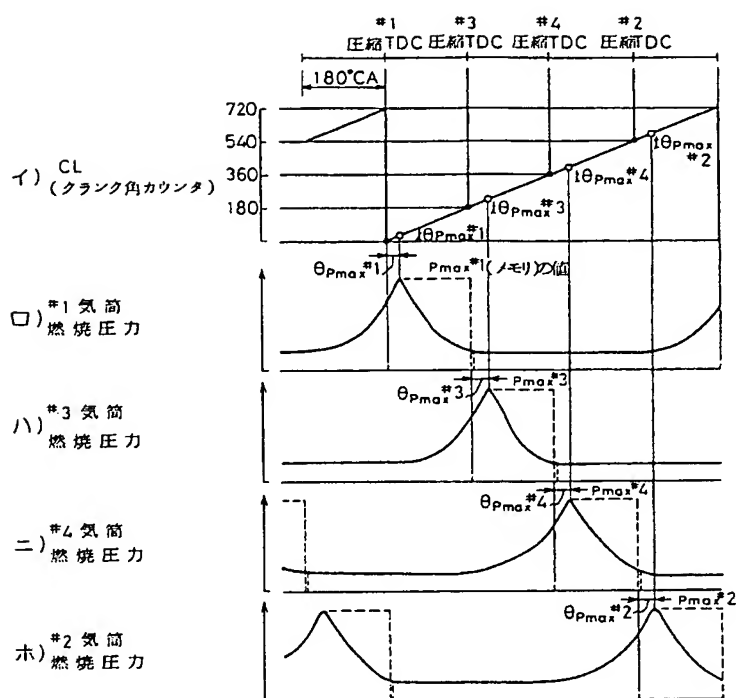
第11図



第12図



第13図



第14図